CALENTAMIENTO GLOBAL

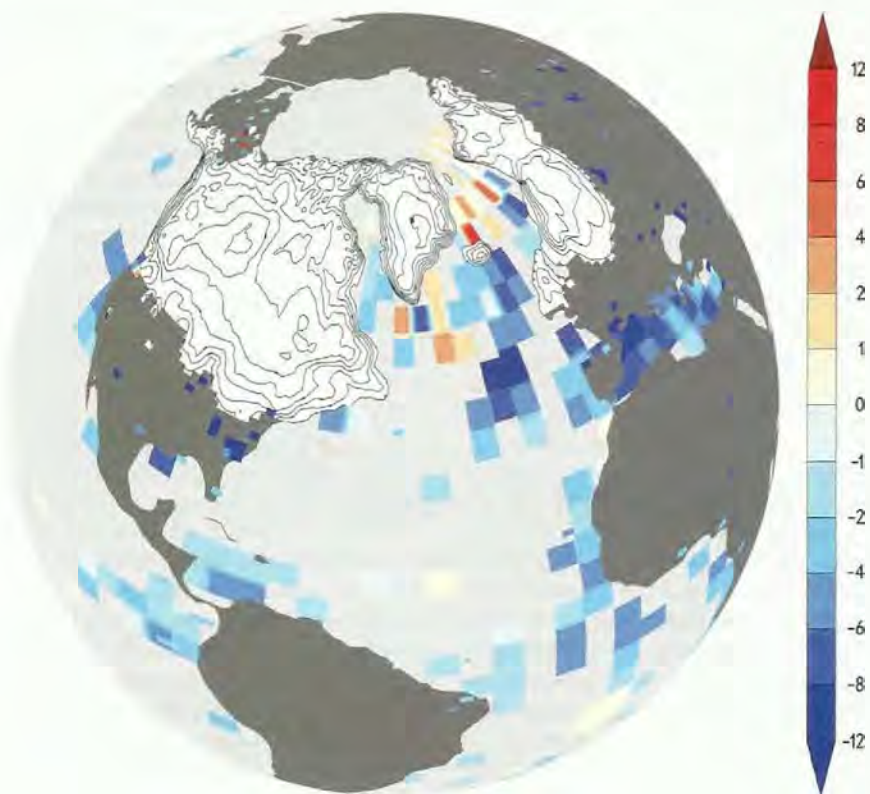
La sensibilidad del clima al dióxido de carbono

El estudio del último máximo glacial, hace 21.000 años, acota el aumento esperado de las temperaturas a causa del efecto invernadero

El clima de nuestro planeta está cambiando con rapidez desde hace décadas, un fenómeno que sin duda obedece a las emisiones de dióxido de carbono derivadas de la quema de combustibles fósiles. La concentración atmosférica de este gas ha alcanzado niveles sin precedentes en los últimos 800.000 años. Se espera que los efectos adversos del cambio climático, como el aumento del nivel del mar o una mayor incidencia de sequías, se tornen más aparentes en un futuro próximo. Pero ¿cuánto se calentará el planeta? Se trata de una pregunta muy difícil de responder, ya que desconocemos el valor preciso de una de las variables básicas que rigen el clima terrestre: su sensibilidad climática. En ello radica la principal fuente de incertidumbre de las proyecciones climáticas que van más allá de unos decenios. Poco a poco, sin embargo, estamos logrando reducir la ambigüedad de la respuesta. En un artículo publicado en *Science* a finales de 2011 junto con otros colaboradores, referimos avances notables en esta dirección. Según nuestros resultados, el clima podría ser menos sensible al dióxido de carbono de lo que auguran algunas predicciones.

La sensibilidad climática estima el cambio producido en la temperatura media de la superficie del planeta cuando se perturba el equilibrio energético de la atmósfera. Para que la temperatura se mantenga estable, debe existir un equilibrio entre la energía que la Tierra recibe del Sol y la que radia hacia el espacio. Un 30 por ciento de la energía que incide sobre nuestro planeta es reflejada por la atmósfera, las nubes, el océano, la masa continental, el hielo y la nieve. El 70 por ciento restante es absorbido por la atmósfera, la hidrosfera y la superficie, las cuales, a su vez, lo reemiten en forma de radiación infrarroja. Parte de esta radiación saliente es absorbida por algunos de los gases presentes en la parte baja de la atmósfera —sobre todo, vapor de agua y dióxido de carbono—, lo que reduce las pérdidas radiativas de la superficie: un fenómeno conocido como efecto invernadero. En la actualidad, a causa del reciente incremento en la concentración atmosférica de gases como metano y dióxido de carbono, la temperatura global de superficie está aumentando y ajustándose a un nuevo valor de equilibrio.

La nueva temperatura de equilibrio dependerá del valor de la sensibilidad climática de equilibrio. Esta se define como el calentamiento promedio global que experimentaría la superficie del planeta si se doblase la concentración de CO_2 atmosférico, una vez que volviese a alcanzarse el estado estacionario. Dicho parámetro no puede medirse de manera directa, por lo que solo puede estimarse con modelos climáticos. Según el informe de 2007 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el valor más probable asciende a 3 grados Celsius, con una probabilidad del 66 por ciento de que se halle comprendido entre 2 y 4,5 °C. Además, los estudios del IPCC asignan una pequeña probabilidad a valores superiores a los 10 grados. Algo así acarrearía consecuencias enormes a corto plazo. La incertidumbre de este tipo de predicciones no ha podido reducirse durante los últimos 32 años.



Valores relativos de las temperaturas superficiales del planeta durante el último máximo glacial, hace 21.000 años. La escala de colores indica si hubo un enfriamiento (*azul*) o un calentamiento (*rojo*) con respecto a las temperaturas modernas. La imagen, obtenida gracias a la metodología y los datos de diversas reconstrucciones paleoclimáticas empleadas por los autores, reproduce asimismo la localización de los principales casquetes glaciares.

ANDREAS SCHMITTNER

Mirar al pasado

Nuestras investigaciones predicen una sensibilidad climática notablemente inferior a la estimada por el IPCC. Para llegar a estos resultados, combinamos simu-

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

laciones climáticas con una reconstrucción de las temperaturas superficiales de todo el planeta durante el último máximo glacial, hace unos 21.000 años. A partir de mediciones muy precisas del aire atrapado en el hielo del casquete polar antártico, sabemos que en aquella época la concentración de CO_2 atmosférico ascendía a unas 185 partes por millón (ppm), menos de la mitad de los valores actuales (394 ppm en febrero 2012; los valores preindustriales del siglo XIX se calculan en 280 ppm). Numerosos datos paleoclimáticos muestran que el clima del último período glacial fue entre 3 y 4 °C más frío que el de hoy, lo que dio lugar a la formación de enormes casquetes glaciares, un nivel del mar 120 metros inferior al actual, un clima árido con más polvo en la atmósfera y una distribución de los ecosistemas también muy diferente, típica de un clima frío. Dicho período resulta especialmente adecuado para realizar estimaciones sobre el efecto de los cambios en el CO_2 atmosférico en la temperatura del planeta. Ello se debe, entre otras razones, a que el clima se encontraba casi en equilibrio, lo cual contribuye a reducir los factores de incertidumbre; en particular, los asociados a la difusión del calor atmosférico en el océano.

De acuerdo con los resultados de nuestra investigación, la sensibilidad climática más probable asciende a unos 2,3 °C. El estudio reduce también el grado de incertidumbre de la predicción: con una probabilidad del 66 por ciento, el incremento de temperaturas asociado a una duplicación del CO_2 atmosférico quedaría acotado entre 1,7 y 2,6 °C. Además, se descartan calentamientos por encima de los 6 °C. La validez de nuestros resultados se apoya en el supuesto de que los datos del clima pasado pueden emplearse para predecir comportamientos futuros, así como en la fiabilidad del modelo utilizado —en líneas generales, más simple que los del IPCC—. De ser el caso, podríamos descartar los escenarios catastrofistas que consideran cambios extremos inminentes, lo cual ayudaría a optimizar el diseño de estrategias de adaptación al clima futuro.

Con todo, nuestras investigaciones confirman que el clima se está calentando y que dicha tendencia proseguirá en todo el planeta. Los datos paleoclimáticos demuestran que pequeñas variaciones en las temperaturas globales provocan cambios notables, como un calentamiento superior al de la media en las superficies continentales de latitudes medias y bajas, el deshielo de los casquetes polares, el aumento del nivel del mar y modificaciones en la vegetación y los ecosistemas.

Tales transformaciones tendrían lugar aunque detuviésemos por completo las emisiones de gases de efecto invernadero, algo que no tiene visos de suceder. Los datos del Observatorio de Mauna Loa, gestionado por la Administración Nacional del Océano y la Atmósfera (NOAA) de Estados Unidos, muestran que durante los años sesenta del siglo pasado la concentración media de CO_2 aumentó a un ritmo inferior a 1 ppm al año. Después ha ido creciendo progresivamente, hasta alcanzar las 1,6 ppm al año entre 1992 y 2001, y las 2,07 ppm al año en la última década. Una emisión continua de dióxido de carbono podría provocar un calentamiento medio global de entre 2 y 4 °C antes de finales de siglo.

—Antoni Rosell
Investigador ICREA
Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales
Universidad Autónoma de Barcelona
—Andreas Schmittner
Facultad de ciencias oceánicas y de la atmósfera
Universidad estatal de Oregón



Ya disponibles las tapas del año 2012

Para efectuar su pedido:

934 143 344

administracion@investigacionyciencia.es

www.investigacionyciencia.es

Para que pueda conservar y consultar mejor la revista, ponemos a su disposición tapas para encuadernar sus ejemplares.